

Communication

タイトル

心電図モニター適正運用へ向けた取り組み

- アラームの現状と対策 -

著者・共著者名

菊池 昂貴¹、山口 峰¹、棟方 栄子¹、奥村 謙²、石田 祐司³、富田 泰史^{3,4}

所属機関

¹弘前大学医学部附属病院 看護部

²済生会熊本病院心臓血管センター循環器内科

³弘前大学大学院医学研究科循環器腎臓内科学講座

⁴弘前大学大学院医学研究科不整脈先進治療学講座

要旨

心電図モニターアラームのインシデントには、“無駄鳴り”が関与している。

心電図モニターの適正かつ効率的な運用方法を検討するため、弘前大学医学部附属病院循環器病棟（定床 46）におけるアラーム作動の現状を把握し、アラーム設定変更による介入効果を検証した。アラーム設定変更前後で、看護師がアラームを解除した回数とアラーム作動原因（外れ、ノイズ、その他）を連続 3 日間調査した。設定変更前は、1 日平均 29 人の患者に心電図モニターが装着され、1 日平均 551 回のアラーム解除が行われた。アラームの原因として「その他」の割合が高く（79%）、その内訳は「無呼吸」と「RUN」の占める割合が多かった。「無呼吸」を Off とし、「RUN」については「4 拍、30 拍/分以上」から「6 拍、40 拍/分以上」に変更した。設定変更後は、1 日平均 31 人の患者に心電図モニターが装着され、アラームの解除は 1 日平均 79 回に減少した。適切なアラーム設定により“無駄鳴り”が減少し、病棟の安全管理が推進されることが示唆された。

キーワード：心電図モニター、アラーム、無駄鳴り

I. はじめに

循環器疾患患者の急変は、発見が遅れると致命的になる可能性が高い。心電図モニターのアラーム機能は、心拍数の異常や不整脈の出現などを知らせる役割を担い、循環器疾患患者の心電図モニタリングにおいて、極めて重要である。当院の循環器病棟は、循環器内科、心臓血管外科の混合病棟で、多くの患者が心電図モニターを装着しており、看護師は心電図モニターアラーム（以下、アラーム）が鳴ると、アラーム作動の原因を確認するため即座にアラームをチェックしている。アラーム作動の原因として、不整脈、血中酸素飽和度（SpO₂）低下、呼吸数の設定閾値外、電極外れ、電源切れ、ノイズなどがある。不整脈、SpO₂低下、呼吸数の設定閾値外は、患者の状態変化を知る上で必要な情報であるが、電極外れ、電池切れ、ノイズなどはアラーム設定や装着状況が不適切なことで生じる不要なアラーム、いわゆる“無駄鳴り”であり、不必要な情報である。アラームの設定は、患者の疾患と状態により適宜変更されているものの、看護師個人の判断に任せられているのが実情である。看護師は心電図波形や心拍数などを1時間毎に確認し、さらに各勤務の中盤と終盤に心電図モニターのリコールを行い、見逃された不整脈がないか確認している。しかし、夜勤帯など多忙な状況下では、心電図モニターの確認を適切に実施することが難しくなり、結果として無駄鳴りが増加する。無駄鳴りが多発すると、看護師がアラームに慣れてしまい、

「また鳴っているけど、大丈夫だろう」などと思い込み、重症不整脈を見逃すなどのインシデントやアクシデントが発生する可能性が高くなる。

不必要なアラームを減らすための対策として、電極を1日1回貼り替える、リード線が引っ張られないようにテープで固定する、心拍数アラームの範囲を適切に設定するなどが報告されている¹⁾。さらに、取り決められた対策を継続的にスタッフに指導・意識づけをしていくことが必要とされている²⁾。アラームが鳴る設定を適切にマネジメントすることは、心電図モニター管理の基本³⁾であり、効果が認められているものの⁴⁾、患者や施設の状態、部署の特性により、アラームの設定内容は異なり、具体的なアラーム設定範囲を提示している研究は少ない。Deborahらは、アラーム設定の調査をした上で具体的な心拍数設定を決めて介入した結果、アラーム発生を89%減少させたと報告している⁵⁾。施設毎の特徴を把握した上でアラーム設定を調整することにより、“無駄鳴り”を減少させる可能性が考えられる。

本研究では、当院循環器病棟におけるアラーム作動の現状を把握し、アラーム設定の変更を含む心電図モニターの適正かつ効率的な運用方法を検討し、その介入による効果を検証することとした。

II. 方法

対象患者と心電図モニター

弘前大学医学部附属病院循環器病棟（第一病棟 7 階、循環器内科 36 床、心臓血管外科 10 床）に入院し、心電図モニターが装着された全ての患者を対象とした。病棟には心電図モニター（フクダ電子社製生体情報監視モニターDS7680W）が 5 台設置されており、内訳は重症患者用（6 人用のモニター）1 台ならびに 8 人用の心電図モニター4 台である。最大 38 人までモニター装着が可能である。本研究は弘前大学大学院医学研究科倫理委員会で承認されている（整理番号 2013-130）。

in Press

研究方法

- ①全ての心電図モニターにおけるアラーム解除回数と解除時間は、独自に作成した心電図アラーム対応カウント表を使用して、平日 3 日間連続（平成 25 年 5 月 8 日～10 日）で記録した。アラーム解除の原因は、「電極外れ」、「ノイズ（体動時の筋電図の混入などのアーチファクト）」、「その他（不整脈、呼吸数、RUN、SpO₂低下など）」の 3 つに分類した。また、「その他」に関しては状況に応じてアラームの理由を記載することとした。実際に発生した不整脈は、心電図モニターリコールを印刷することにより、確認した。

②観察を必要とする不整脈（発作性上室頻拍、心室頻拍など）の発生頻度を、リコール機能により評価した。

③①ならびに②のデータを看護師ならびに循環器内科医師と解析・検討し、医療機器メーカーのサポートの下、無駄鳴りを減らすための適切なアラーム設定に変更した。

④アラーム設定変更後に、再度全ての心電図モニターにおけるアラーム解除回数と解除時間を平日 3 日間連続（平成 25 年 6 月 12 日～14 日）で記録した。設定前後における解析結果を比較検討した。

統計解析

データは平均±標準偏差もしくは N (%) で示した。連続データは t 検定、カテゴリ変数は χ^2 乗検定で比較した。統計解析は JMP 13 (SAS, Cary, NC, USA) を用いて行い、p 値<0.05 を統計的に有意とした。

III. 結果

本研究の対象者は 80 人（設定変更前 38 人、設定変更後 42 人）、平均年齢 67 歳、男性 45 人（56%）であった。設定変更前後で年齢、性別、入院患者の診療科、疾患に有意差を認めなかった（表 1）。

1. 設定変更前

1) 心電図モニターアラーム解除回数

1日平均29人の患者に心電図モニターが装着され、1日平均551±94回(3日間で1,652回)のアラーム解除を行っていた(図1)。

時間帯による検討では、日勤帯(9-17時)において平均261±87回(1時間平均33回)、準夜帯(17-翌1時)において平均141±33回(1時間平均18回)、深夜帯(1-9時)において平均149±31回(1時間平均19回)のアラーム解除を行っており(図2)、日勤帯で準夜帯ならびに深夜帯と比較して、アラーム解除が1.7-1.9倍多かった。

2) 心電図モニターアラーム作動原因

アラームの原因と割合は、「電極外れ」123回(8%)、「ノイズ」219回(13%)、「その他」1,310回(79%)であった(表2)。「その他」の詳細について、その原因が明確であった87回の内訳はそれぞれ「RUN」34回(39%)、「無呼吸」25回(29%)、「呼吸数閾値外」15回(17%)、「SpO₂閾値外」5回(6%)、「不整脈誤認」5回(6%)、「血圧閾値外」3回(3%)であった。

アラーム解除の詳細を検討すると、「電極外れ」は勤務帯に関係なく発生していた。「ノイズ」は日勤帯に多い傾向にあった。「その他」は日勤帯に多いものの、夜勤帯でも少なくはなかった。「無呼吸」は、30秒以上の無呼吸が

持続した場合にアラームが鳴る設定であったが、そのほとんどが誤アラームによるものであり、急変または対応を必要とする無呼吸はなかった。

3) 不整脈（発作性上室頻拍、心室頻拍など）の発生頻度

発作性上室頻拍が 2 回、非持続性心室頻拍が 1 回の計 3 回であり、3 日間の全アラーム解除回数の 0.2% であった。

2. アラーム設定変更

調査結果を踏まえ、無呼吸アラーム設定を「ON」から「OFF」に変更した。

「RUN」アラームは、①心室期外収縮の連発数（2—8 拍）と②1 分間あたりの頻発性心室期外収縮の拍数（0—100 拍/分）が設定可能で、初期設定はそれぞれ①「4 拍」、②「30 拍/分以上」であった。多職種間でアラーム設定の変更を協議し、対応を必要とする不整脈が過度の設定変更により見逃されることを防ぐため、設定変更は軽度にとどめた。「RUN」アラーム設定について、①連発数を「4 拍」から「6 拍」に、②1 分間あたりの頻発性心室期外収縮の拍数を「30 拍/分以上」から「40 拍/分以上」にそれぞれ変更した。

3. 設定変更後

1) 心電図モニターアラーム解除回数

1 日平均 31 人の患者に心電図モニターが装着され、1 日平均 79 ± 4 回 (3 日間で 238 回) のアラーム解除を行い、設定変更前と比較し有意にアラーム解除数は減少した (図 1)。

時間帯による検討では、日勤帯 (9-17 時) において平均 20 ± 2 回 (1 時間平均 3 回)、準夜帯 (17-翌 1 時) において平均 25 ± 3 回 (1 時間平均 3 回)、深夜帯 (1-9 時) において平均 34 ± 2 回 (1 時間平均 4 回) であり、全ての時間帯において、アラーム解除回数は設定変更前と比較し有意に減少していた (図 2)。

2) 心電図モニターアラーム作動原因

アラームの原因と割合は、「電極外れ」は 83 回 (35%)、「ノイズ」は 43 回 (18%)、「その他」は 112 回 (47%) であった (表 2)。「その他」の詳細について、その原因が明確であった 31 回の内訳はそれぞれ「RUN」22 回 (71%)、「呼吸数閾値外」2 回 (6%)、「 SpO_2 閾値外」2 回 (6%)、「不整脈誤認」2 回 (6%)、「血圧閾値外」3 回 (10%) であった。

3) 不整脈(発作性上室頻拍、心室頻拍など)の発生頻度

発作性上室頻拍が 1 回であり、3 日間の全アラーム解除回数の 0.4% であった。

なお、研究期間内に対応が必要となるアラームの見逃しによる急変、死亡などの有害事象はみられなかった。

IV. 考察

アラーム設定は、多くの患者において医療機器メーカーが設定したデフォルト設定のまま使用しており、必要に応じて受け持ち看護師がアセスメントし、アラーム設定を変更していた。本研究により、1日平均 551 回のアラーム解除を行っていることが明らかとなり、その原因として、「無呼吸」ならびに「RUN」の占める割合が多いことが示された。“無駄鳴り”を減らすためには、これらへの対応が不可欠であると考え、看護師ならびに循環器内科医師と、医療機器メーカーのサポートの下、アラーム設定の変更を検討した。呼吸数は、生体に装着した心電図電極間に高周波の微弱な電流を通電して胸郭のインピーダンスを測定し、その変化から胸郭の動きを検出するインピーダンス方式により算出されている。そのため、体格や電極の貼付状況によって無呼吸と判定される場合がほとんどであった。入院患者の多くは心電図の監視目的で心電図モニターを装着しているため、呼吸の監視については不要であり、無呼吸アラーム設定を「OFF」にすることは、デメリットよりも無駄鳴りを減らすメリットの方が大きいと判断した。「RUN」に関しては、心室頻拍などの重症不整脈が発生しやすい患者が多い

病棟において、アラーム設定を初期設定から過度（4拍→8拍）に変更すると、心室頻拍の前触れである非持続性心室頻拍を見逃してしまうリスクが大きいと判断した。そのため明確な根拠はないものの、連続する心室期外収縮の回数ならびに1分間あたりの心室期外収縮の許容範囲を初期設定よりも少しだけ緩和する方針とした。その結果、アラーム解除回数を1日平均79回に大幅に減少させることができた。また、研究期間中に対応の遅れによる患者の急変や死亡はなかったことから、安全性を担保できたものと考えられた。設定変更後には、「その他」の原因だけではなく、「外れ」の原因も減少していた。心電図電極貼付にも、より多くの注意が向けられた可能性が示唆され、教育的観点からも大変興味深いものであった。

アラームの現状を調査して対策することは、スタッフのアラーム慣れが防止され、医療安全推進に繋がることが示唆された。芳賀ら⁶⁾は、医療安全上で重要なことは、心電図モニタリングへの意識を高めるスタッフへの安全教育と、モニタリングの管理体制の構築であると報告している。心電図モニタリングへの意識を高めるため、スタッフへの継続的な教育を年間スケジュールに組み込み、モニタリングの監視体制については定期的に話し合いを行ってブラッシュアップしていくことが求められる。さらにアラーム設定を含めた管理体制については、医師を含めた多職種による協議を続け、より一層の改善を図る必要がある。アラ

ームの設定変更は、アラーム発生件数を減少させる目的だけではなく、監視すべき不整脈は見逃されず感知されなければならない。本研究では「監視すべき不整脈」について、設定変更前は3日間で発生したアラームの0.2%（3回）、設定変更後は0.4%（1回）であり、監視すべき不整脈アラームの比率は上昇している。無駄鳴りを減少させ、監視すべき不整脈を察知する割合を上げていることは注目すべき点である。適切なアラーム設定により無駄鳴りが減少し、不整脈発見の可能性を高くしたことで病棟の安全管理が推進され、結果的にインシデント・アクシデントの減少が期待される。

無駄鳴りを減らすためには、患者の状態に応じて個別にアラーム設定を行うことが理想である。四辻ら⁷⁾の調査では「患者の状態に応じて設定を変更する」について、「よくある」「時々ある」と答えた循環器病棟看護師は81.2%、その他の病棟の看護師は37.5%であり、全ての看護師が必ずしも患者の状態に応じて設定を変更しているわけではない。本研究では設定変更前後の患者背景に差はなかったものの、特定の患者で無駄鳴りが多いという結果が得られていた。本研究ではその詳細な検討はできなかったものの、無駄鳴りが多い患者の背景を明らかにすることができれば、そのような患者を対象にした個別のアラーム設定を設けることで、さらに無駄鳴りを低減できる可能性が示唆された。施設や部署におけるアラーム調査は容易ではなく多大な労力を要するが、廣澤ら⁸⁾は日本

光電のアラームレポートを活用し、アラーム数を減らしたと報告している。アラームレポートとは、心電図モニターのアラームイベントを抽出・集計したもので、様々な詳細データから構成され、アラーム発生状況を容易に把握することができる。これはメーカーに依頼することで作成してもらうことができるため、人的資源が足りない場合でも医療機器メーカーの協力により、アラーム発生の減少に取り組むことが可能である。また、集中治療という限定された環境であれば、心電図、動脈圧、フォトプレチスモグラフィを用いて誤った不整脈を判別し、無駄鳴りを減らすアルゴリズムが開発⁹⁾されている。さらに、重要ではないアラームを個別に遅延させる適応時間遅延システムの導入により、誤ったアラームを削減したという報告¹⁰⁾もあり、無駄鳴りを減らす取り組みは日々進歩している。無駄鳴りを防ぐだけでなく、どこにいても心電図波形を確認できるマルチスレーブモニターシステムを導入した施設¹¹⁾もあり、施設や部署の人的資源や予算に応じた心電図モニター対策を講じることが重要である。今後、モニター機器の進化による無駄鳴りの低減が期待されるが、最終的にモニター心電図波形を判断するのは人間であることから、本研究で実施したアラーム設定変更の工夫に加え、看護師個人への指導・意識づけを継続して行うことが望ましい。

本研究では設定変更前と設定変更後の対象患者が異なるため、疾患や行動歴などによりアラーム回数にバイアスが生じた可能性がある。同一の患者であつ

でも、短期間での全身状態の変化や、術後離床が進むなど、同一条件での比較検討をすることは困難であった。また、アラーム解除理由の「その他」の詳細については一部しか把握ができていない。しかし、「無呼吸」ならびに「RUN」設定に介入することにより、無駄鳴りを減少させることができたという本研究の結果は、これらの要因が無駄鳴りの発生に深く関与していることを示している。さらに、今回検討した以外の要因が、無駄鳴りに関与している可能性があり、それらを明らかにすることで、さらなる無駄鳴りの低減が期待される。

V. 結語

心電図モニターの初期設定では、「無呼吸」と「RUN」によるアラームが多かった。適切なアラーム設定への変更により“無駄鳴り”が減少し、病棟の安全管理が推進され、インシデント・アクシデントの減少が示唆された。

利益相反・研究財源

富田は、フクダ電子北東北による寄附講座（不整脈先進治療学講座）に所属している。

文献

- 1) 堀田好紀, 成田真里亜, 海老島のどか, ほか: 心電図モニターの不適切なアラームを減らす取り組み. 日本農村医学会雑誌, 2016;65:872-878
- 2) 櫻井泰美, 青田麻耶, 森史奈子, ほか: 心電図モニターアラームの誤鳴動を減らすための取り組み—看護職員の意識向上を目指して—. 第42回日本看護学会論文集, 看護総合, 2012;42:304-307
- 3) 日本看護協会事業開発部: 一般病棟における心電図モニターの安全使用確認ガイド.

https://www.nurse.or.jp/home/publication/pdf/fukyukeihatsu/shinden_zu_guide.pdf (2021.6.3)
- 4) Graham KC, Cvach M : Monitor alarm fatigue: standardizing use of physiological monitors and decreasing nuisance alarms. Am J Crit Care, 2010;19:28-34
- 5) Whalen DA, Covelle PM, Piepenbrink JC, et al: Novel approach to cardiac alarm management on telemetry units. J Cardiovasc Nurs, 2014;29:13-22
- 6) 芳賀ひろみ, 大崎千恵子: 心電図モニターのテクニカルアラーム低減による医療安全への取り組み. 昭和学会雑誌, 2019;79:676-682
- 7) 四辻佐和子, 大江知美, 布施裕子: 不必要なアラーム音に対する看護師の意識・行動の変化. 第43回日本看護学会論文集, 成人看護, 2013;43:171-174

- 8) 廣澤 宏, 堰 和人, 番場 香織, ほか : アラームレポートを利用したアラーム削減への取り組み. 医療機器学, 2018;88:403-406
- 9) Krasteva V, Jekova I, Leber R, et al: Real-time arrhythmia detection with supplementary ECG quality and pulse wave monitoring for the reduction of false alarms in ICUs. *Physiol Meas*, 2016;37:1273-1297
- 10) Schmid F, Goepfert MS, Franz F, et al: Reduction of clinically irrelevant alarm in patient monitoring by adaptive time delays. *J Clin Monit Comput*, 2017; 31:213-219
- 11) 山崎 武俊, 四元 由紀子, 屋久 知世, ほか : モニター監視システムの新しい可能性 : マルチスレーブモニターシステムの有用性の検証. *Heart nursing*, 2014;27:558-563

表 1. 本研究における患者背景

| | 延べ患者総数 N=80 | 設定変更前 N=38 | 設定変更後 N=42 | P 値 |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------|
| 年齢 | 67 ± 11 | 68 ± 11 | 66 ± 12 | 0.44 |
| 男性 N (%) | 45 (56) | 23 (61) | 22 (52) | 0.54 |
| 循環器内科/心臓血管外科 N (%) | 63 (79) / 17 (21) | 30 (79) / 8 (21) | 33 (79) / 9 (21) | 0.97 |
| 疾患 N (%) | | | | 0.21 |
| 冠動脈疾患 | 28 (35) | 15 (39) | 13 (31) | |
| 不整脈 | 25 (31) | 14 (37) | 11 (26) | |
| 心不全、心筋症 | 11 (14) | 3 (8) | 8 (19) | |
| 弁膜症 | 8 (10) | 4 (11) | 4 (10) | |
| 血管疾患 | 6 (8) | 1 (3) | 5 (12) | |
| その他 | 2 (3) | 1 (3) | 1 (2) | |

データは平均 ± 標準偏差あるいは N (%) で示す。

表 2. 設定変更前後における心電図モニターアラーム作動原因別の回数と割合

| | 設定変更前 | 設定変更後 |
|-----|---------------|-------------|
| 外れ | 123 回 (8%) | 83 回 (35%) |
| ノイズ | 219 回 (13%) | 43 回 (18%) |
| その他 | 1,310 回 (79%) | 112 回 (47%) |

3 日間合計の作動原因別の回数と割合を示す。

in Press

図 1 : 看護師がアラーム解除を行なった回数

設定変更前は 1 日平均 29 人に心電図モニターが装着され、設定変更後は 1 日平均 31 人に装着された。3 日間のデータを平均±標準偏差で示す。数字は平均解除回数である。

図1

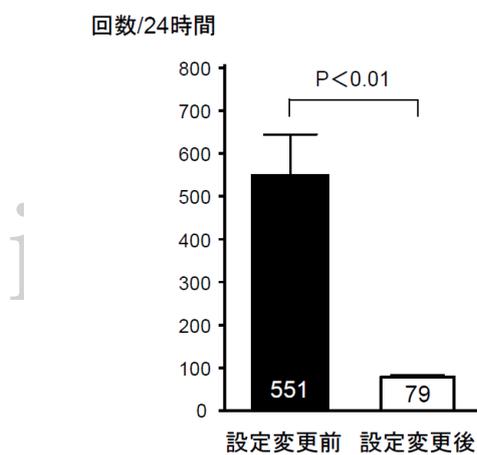


図 2 : 看護師がアラーム解除を行なった時間毎ならびに勤務時間帯毎の回数

A および B は設定変更前後における時間毎の解除回数である。C は深夜帯 (1-9 時)、日勤帯 (9-17 時)、準夜帯 (17-1 時) における解除回数である。

3 日間のデータを平均±標準偏差で示す。

図2

